
مجموعة الكتب العلمية المبسطة (١٤)
ماوراء المجموعة الشمسية
دار المعارف
Bibliotheca Alexandrina
0018147


نجوم القدر الأول
نجوم القدر الثاني
نجوم القدر الثالث
نجوم القدرين الرابع والخامس
الدب الأكبر

مجموعة الكتب العلمية المبسطة

١٤

ماوراء المجموعة الشمسية

تأليف

بـرتـا موريس پاركـر

ترجمة

إدوار ريــاض

الطبعـــة الثالثـة

الناشر



دار المعارف

بالاشتراك مع الجمعية المصرية لنشر المعرفة والثقافة العالمية



ما وراء المجموعة الشمسية

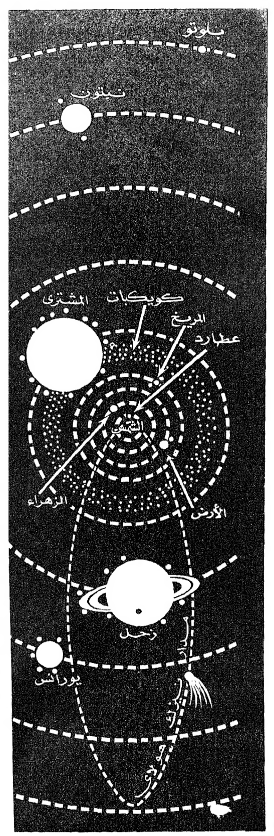
أضئ يا أيها النجم الصغير فشأنك فى غرابته كبير
فأنت محلق فوق الأعالى كمثل الماس رصع فى السماء

من المحتمل أن تبدو لك هذه الأشعار ذات الرنين قد فات أوانها إلى حد بعيد ، فإنك على التحقيق تعرف أن النجوم شموس ، ولكن هذا الرنين لم يعد قديماً ، كما يخيل إليك لأول وهلة ، بل لقد تعجب حتى الآن من حقيقة أمر النجم عند ما تراه فى السماء ، لأنه ولو أن كل النجوم شموس ، إلا أنها ليست كلها نجوماً منفردة ، فقد يكون النجم الذى تشاهده متلألئاً نجماً مزدوجاً ، أى نجمين يدور كل منهما حول الآخر ، وقد يكون كل من النجمين فى النجم المزدوج ، نجماً مزدوجاً بدوره ، وعلى ذلك قد تكون نقطة الضوء المتلألئة فى السماء ، شمسين أو أربع شموس بدلاً من واحدة ، بل قد تكون النجمة ست شموس تدور الواحدة منها حول الأخرى.

ولقد اكتشف الفلكيون بمراقبهم أكثر من ١٧,٠٠٠ نجم مزدوج ، فإن واحداً من كل خمسة أنجم تراها عند ما تتطلع إلى السماء عبارة عن نجم مزدوج .

وستجد أن دراسة الشموس البعيدة التى تتلألأ فى السماء عبء عظيم على الخيال فإذا شئت أن تكون صورة حقيقية للنجوم ، فلا بد أن تتصور درجات حرارة مرتفعة جداً ، حتى إن درجة حرارة وسط نيران الأتون تعتبر باردة بجانبها ، ولا بد أن تتصور مسافات بعيدة جداً ، حتى إن المسافة من الأرض إلى شمسنا تبدو مجرد خطوة بجانبها ، ولا بد أن تتصور أحجاماً هائلة جداً حتى إن الأرض تبدو كأنها ذرة بجانبها ، ولا بد أن تتصور أيضاً فترات من الزمن بعيدة جداً حتى إن مائة سنة تبدو كأنها لا تدل على زمن مطلقاً .

السديم الحلزونى الأعظم فى مجموعة المرأة المسلسلة



مشاهدة النجوم

توجد نجوم فى جميع الاتجاهات من الأرض ، والسبب الوحيد فى عدم مشاهدتنا للنجوم بالنهار هو أن الهواء المضاء بالشمس يخفيها ؛ فإن الهواء يوزّع ضوء الشمس على السماء كلها ، وإذا استطعنا أن نعلو فوق الهواء ، لكانت السماء سوداء ، ولشاهدنا النجوم نهاراً وليلاً على السواء .

وتوجد طبعاً نجمة واحدة نستطيع أن نشاهدها على ضوء النهار فقط — وهى شمسنا ، فإن شمسنا نجم ، كما أن النجوم الأخرى شموس ، فالكلمتان « شمس » و « نجم » تعنيان شيئاً واحداً تقريباً . ومع ذلك ، فإننا عند ما نتحدث عن النجوم ، نعنى عادة كل النجوم فيما عدا الشمس ، ويستعمل فى هذا الكتاب « نجوم » باعتبارها اختصاراً لعبارة « نجوم غير الشمس » .

ونطلق على الأجرام السماوية كلمة « نجوم » وهى التى ليست فى الواقع نجوماً ، أما النجوم المتساقطة « الشهب » أو النيازك فليست نجوماً حقيقية ، فإنها قطع صغيرة من الحجر أو الحديد ، ولا يزيد حجم أحدها فى أكثر الأحوال عن الحمصة ، وهى التى تصبح حارة إلى حد البياض عند ما تسقط على هوائنا فى اتجاه الأرض ، وهى لا تشبه الشموس بتاتاً ، ويستحسن تسميتها « الشهب » بدلاً من « النجوم المتساقطة» أو « النيازك » .

وليست الأجرام السماوية التى نسميها « نجوم المساء » أو « نجوم الصباح » نجوماً حقيقية ، بل إنها كواكب ، والأرض كوكب ، وتوجد ثمانية كواكب كبيرة أخرى تدور حول الشمس ، ولا يمكن مشاهدة ثلاثة منها بدون مرقب (تلسكوب) — فإنها بعيدة جداً ، أما الأخرى فتبدو كالنجوم عند ما نشاهدها فى السماء .

ا

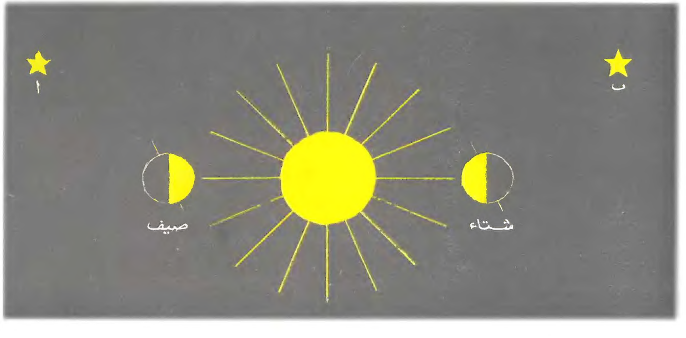
ب

وبعضها يشبه النجوم الساطعة جداً، وعند ما نشاهد كوكباً يضيء بضوء ساطع فى الغرب عقب غروب الشمس فإننا نطلق عليه اسم « نجم المساء » وعند ما نشاهد كوكباً مضيئاً فى السماء الشرقية قبل شروق الشمس ، نسميه « نجمة الصباح » والواقع أن الكواكب تختلف تماماً عن النجوم الحقيقية ، فلا ينبعث منها ضوء من تلقاء ذاتها، بل إنها تضيء فقط لأنها تعكس بعض أشعة الشمس التى تسقط عليها .

ولا تدور حول الشمس تسعة كواكب كبيرة فقط ، بل يوجد أكثر من ألف كوكب صغير جداً ، ثم هناك أيضاً ملايين من الشهب ومئات من تلك الأجرام السماوية العجيبة التى تسمى « المذنبات » ، ثم إن معظم الكواكب الكبيرة لها أقمار تدور حولها كما تدور حول الشمس . وتكوّن الشمس وكل الأجرام السماوية التى تدور حولها المجموعة الشمسية . والمجموعة الشمسية عظيمة جداً ، ولكن عند ما ننظر إلى النجوم ، فإننا ننظر إلى ما هو بعيد ، وبعيد فيما يلى المجموعة الشمسية . والأرض على بعد حوالى ١٥٠ مليون كيلو متر من الشمس ، و « بلوتو » الذى هو أبعد مما يتصور الانسان هو أبعد كوكب فى المجموعة الشمسية ، ويبعد عن الشمس أربعين ضعفاً من بعدنا عنها ، وبلاتو بعيد جداً عن الشمس وعنّا ، حتى إنه لايمكننا أن نشاهده بدون مرقب قوى جداً . ومع ذلك فإن المسافة من الشمس إلى « بلاتو » قصيرة جداً إذا قارناها بالمسافة حتى إلى أقرب نجم منا . والمسافة من الشمس إلى أقرب نجم حوالى ٧٠٠٠ ضعف المسافة من الشمس إلى بلاتو ولو لم تكن النجوم شموساً كبيرة لما استطعنا أن نشاهدها بالمرة .

أما النجوم التى يمكنك أن تشاهدها عند ما تتطلع إلى السماء فى ليلة صافية فيعتمد بصفة رئيسية على ثلاثة أشياء : أين أنت على الأرض ، وأين الأرض فى مدارها حول الشمس ، وأى وقت من الليل تتطلع فيه إلى السماء ؟ .

ولا يمكن أن تشاهد بعض النجوم مطلقاً من بعض أجزاء الأرض، وسيساعدك الشكل على هذه الصفحة أن تعرف السبب ، فإن النجم ا لا يمكن أن يشاهد بتاتاً



فى أقصى الجنوب من خط الاستواء ، وبالطريقة ذاتها لا يمكن أن تشاهد النجم ب من أقصى الشمال ، وفى كلتا الحالتين تحجب الأرض نفسها رؤية النجم ، ولا يمكن أن تشاهد كل النجوم إلا من خط الاستواء ، وطبعاً حوالى النصف حتى فى هذه الحالة — وفى الواقع أقل من النصف من النجوم يمكن مشاهدتها فى وقت واحد .

ولما كانت الأرض تدور حول محورها فإن السماء بالليل لا يمكن أن تبقى على حالها دقيقتين متعاقبتين ، وحركة الأرض تجعل النجوم تبدو كأنها تتحرك فى السماء؛ فالنجم الذى يكون فوق رؤوسنا عند منتصف الليل يصبح منخفضاً فى السماء الغربية بعد ذلك بخمس ساعات ، والنجوم التى لا ترى عند منتصف الليل ، تصبح على مرأى النظر فى السماء الشرقية .

ويساعد الشكل فى هذه الصفحة على إيضاح أهمية مكان الأرض فى مدارها حول الشمس فى تحديد النجوم التى تراها عند ما تتطلع إلى السماء . فإذا كنت فى الولايات المتحدة خلال الصيف ، فإن النجم ا يكون عالياً فى السماء عند منتصف الليل ، أما فى الشتاء فإنه يكون مرتفعاً فى السماء عند الظهر ، وطبعاً لا يظهر النجم عند الظهر فى وهج الشمس ، وبالطريقة ذاتها يكون النجم ب مرتفعاً فى السماء عند منتصف الليل فى الشتاء ، ومرتفعاً فى السماء عند الظهر فى الصيف فهل رأيت الآن لماذا نحتاج إلى خرائط للسماء لتساعدنا على تحديد مواقع النجوم ؟ وهل رأيت أيضاً لماذا تصنع خريطة للسماء لمكان معين على الأرض ولزمن محدد من الليل والسنة ؟

مسافات السماء

إذا شئت أن تخبر شخصاً عن المسافة ما بين القاهرة والاسكندرية ، فإنك لاتخبره عن المسافة بالأمتار ، لأنه أسهل أن يفهم أنها ٢٠٠ كيلو متر عن ٢٠٠٠٠٠ مترا والطريقة ذاتها من السخافة أن تحاول قياس بعد النجوم عنا بالكيلو مترات وكل إلنجوم بعيدة جداً حتى إنه إذا قيست المسافات بالكيلو مترات لكانت الأعداد كبيرة جداً حتى أنها لاتعنى كثيراً ولا بد أن نستعمل مقياساً أطول .

وأحد المقاييس التى يستعملها الفلكيون هى السنة الضوئية ، فالسنة الضوئية هى المسافة التى يقطعها الضوء فى سنة ، وعندما يخبرنا العالم أن نجماً ما على مسافة ٢٠٠ سنة ضوئية ، فإنه يقصد أن هذا النجم بعيد جداً حتى إن ضوءه لا بد أن يستغرق ٢٠٠ سنة ليصل إلينا .

ونقيس أحياناً المسافات على الأرض بالطريقة ذاتها ؛ فقد تقول مثلاً إنك تقيم على بعد عشر دقائق بالسيارة العامة من المدرسة ، وتقصد أنه يمكنك أن تنتقل بالسيارة من منزلك إلى مدرستك فى عشر دقائق ، ويمكن لأى شخص يعرف السرعة التى تسير بها السيارة ، أن يكوّن فكرة معقولة عن المسافة من منزلك إلى مدرستك .

وينتقل الضوء بالسرعة الهائلة ٣٠٠٠٠٠ كيلو متر فى الثانية فإذا شئت أن تعرف بنفسك كم كيلو متر فى السنة الضوئية ، فيمكنك أن تضرب ٣٠٠٠٠٠ × ٦٠ (عدد الثوانى فى الدقيقة) ثم فى ٦٠ (عدد الدقائق فى الساعة) ثم فى ٢٤ (عدد الساعات فى اليوم) ثم فى ٤/١ ٣٦٥ (عدد الأيام فى السنة) وستجد أن النتيجة فيها ١٣ رقماً وبالأجمالى نجد أن فى السنة الضوئية تسعة مليون مليون كيلو متر .

ونجد أن نجم رجل قنطورس القريب أقرب النجوم إلينا ، وهو على مسافة حوالى ٤ ١/٤ سنة ضوئية ، وهو نجم باهت جداً ، لا يمكن أن يرى بدون مرقب ، ولا يمكن حتى بالمرقب أن يشاهد فى النصف الشمالى من الولايات المتحدة . أما



«الشعرى اليمانية» وهو ألمع النجوم فى السماء كلها، فإنه على مسافة حوالى ٩ سنوات أما ذنب الجدى فإنه نجم لامع آخر على مسافة ٤٦٥ سنة ضوئية من الأرض وإذا فرضنا أن له كوكباً مأهولاً مثل الأرض، وإذا فرضنا أيضاً أن الناس على الكوكب عندهم مراقب قوية جداً حتى إنه يمكنهم أن يشاهدوا الأحداث على الأرض، فإنهم يشاهدون الآن الحوادث التى كانت تحدث فى حوالى وقت اكتشاف كولمبس لأمريكا، ولا يمكنك أن ترى شيئاً إلا إذا وصل إلى عينيك ضوء منه، ولم يصل الكوكب شىء من أشعة الشمس التى سقطت على كولمبس عند ما نزل إلى الشاطئ فى أمريكا عندذنب الجدى إلا بعد ٤٦٥ سنة بعد ذلك.

وحتى ذنب الجدى يعتبر قريباً منا إذا قورن ببعض النجوم، والصورة فى صفحة ٢ تبين مدينة آهلة بالنجوم أو مجموعة من النجوم، ومدينة النجوم هذه على مسافة حوالى مليون سنة ضوئية! وبعض مدن النجوم الأخرى على مسافة بليون سنة ضوئية منا، والضوء الذى يصل إلى عيوننا هذه الليلة من مدينة النجوم البعيدة، تركها منذ عهد بعيد جداً قبل أن يوجد أى شعب متمدين على الأرض — وفى بعض الحالات قبل أن يوجد أى إنسان على الأرض مطلقاً.

كم عدد النجوم ؟

عند ما نتطلع إلى السماء فى ليلة صافية، نشاهد نجوماً كثيرة جداً حتى إنه يبدو أنها لا تعد، ولكن هذه التى نشاهدها ليست فى الواقع عديمة العدد،



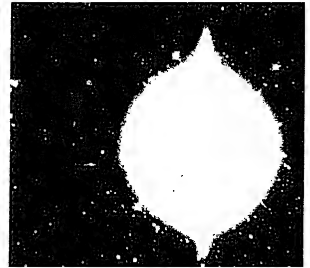
ومن الطبيعى أنه لا يشاهد كل الناس العدد ذاته من النجوم ، فعيون بعض الناس أقوى من غيرهم ، وإذا كانت عيونك قوية جداً ، فمن المحتمل أن ترى حوالى ٦٠٠٠ نجم ، وإذا استعملت مرقباً ، فإنه يمكنك أن ترى آلافاً أكثر ، وكلما ازدادت قوة المرقب ، ازداد عدد النجوم التى يمكنك مشاهدتها .

أما فى التقاط صور للنجوم ، فيمكن للفلكى بسهولة أن يطيل الزمن الذى يعرّض فيه لوح التصوير الحساس ، والمألوف أن تعريضه لمدة طويلة يبين نجوماً عديدة لا يبينها العرض القصير ، والصورتان فى صفحة ١٠ أخذتا من المرقب ذاته ، فهما صورتان للجزء ذاته من السماء ، وهو جزء من السماء ليست به نجوم ساطعة إلى درجة كافية حتى تشاهد بدون مرقب ، وتبين الصورة اليمنى الخطأ الذى نقع فيه عند ما نظن أنه لاتوجد نجوم فى هذا الجزء من السماء .

وشمسنا عبارة عن نجم واحد فى مدينة نجوم هائلة تشبه كثيراً مدينة النجوم المصورة فى صفحة ٢ ويعتقد العلماء أن هناك حوالى ١٠٠,٠٠٠ مليون نجم فى مدينتنا النجمية ، وربما كان هناك أكثر من ذلك .

وربما كان ١٠٠,٠٠٠ مليون نجم له مغزى كبير لك إذا عرفت المسافة التى تستغرقها لتحصى مثل هذا العدد الكبير ، فإذا أحصيتها بمعدل ١٠٠ فى الدقيقة وتكون بارعاً إذا أمكنك أن تحصيها بمثل هذه السرعة ، لواصلت الإحصاء ليلاً ونهاراً حوالى ٢٠٠٠ سنة .

والآن وقد كونت فكرة عن عدد النجوم فى مدينتنا النجمية ، فلا بد أن يمتد خيالك





صورتان لنفس المنطقة من السماء

فتوجد ملايين الملايين من المدن النجمية الأخرى ، وربما كان هناك أكثر من بليون ، ويمكنك أن ترى أن إحصاء كل النجوم فى الكون كله سيكون أشبه بإحصاء كل ذرة من الرمل على جميع شواطئ بحار العالم .

مجموعات النجوم

ليست النجوم اللامعة بالقدر الذى يكفى لأن تُرى بدون مرقب متناثرة عبر السماء . ولكنها بدلاً من ذلك مرتبة فى جماعات تسمى مجموعات النجوم . وكان الناس فى الأزمنة القديمة يتصورون أن كل مجموعة من النجوم يشاهدونها ، كانت صورة لشيء أو شخص وكانت السماء فى نظرهم كتاباً عظيماً من صور النجوم، وكان كثير من الناس فى الأزمنة القديمة رعاة ، وتعلموا أن يعرفوا جماعات النجوم عند ما يلاحظونها بالليل أفضل مما يعرفه معظمنا الآن .

ومعظم أسماء المجموعات لاتينية أو يونانية ، ويمكننا أن نستدل من معانى هذه الأسماء على الصور التى كان يراها الناس فى الأزمنة القديمة ، ولكن من المتعذر علينا جداً أن نرى بعضاً من هذه الصور . وربما كان من أشهر هذه المجموعات مجموعة الدب الأكبر . وألمع النجوم السبعة فى هذه المجموعة تكوّن الدب الأكبر .

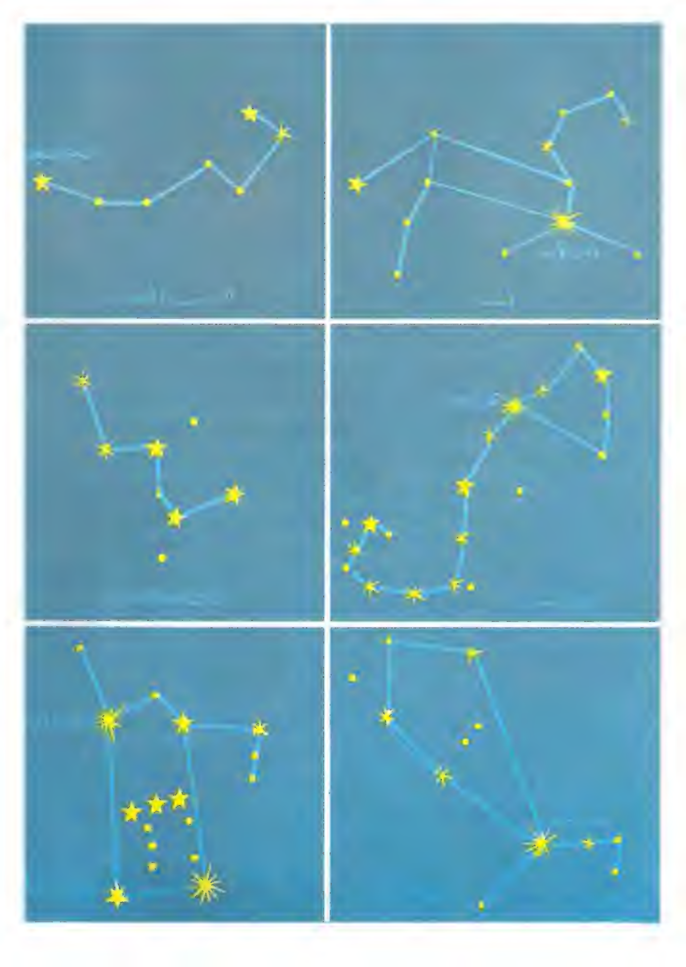
ولقد كان لهذه المجموعة أسماء مختلفة فى التاريخ ؛ إذ رأى مختلف الناس فيها صوراً مختلفة ، فالإيطاليون ما زالوا يسمونها « عربة الصباح » والاسكندنافيون يطلقون عليها «مركبة الثور» وأهالى ويلز والأيرلنديون يطلقون عليها « مركبة الملك آرثر» والدب الأكبر فى نظر كثير من الإنجليز هو المحراث ، واعتقد الهنود أن نجوم كأس الدب كانت مريضاً على محفة ، وأن أول نجم فى مقبض الدب كان العرّاف وهو يتبع النعش .

ومما يثير الدهشة أن شعوباً كثيرة ، بعيداً كل منها عن الآخر ، قد رأت فى المجموعة صورة دب ، ومن بينها الفنلنديون والهنود واليونانيون ، وكانت المجموعة فى العصور الوسطى فى أوربا تصور للأطفال على أنها إحدى الدببة التى التهمت الأطفال الذين كانوا يسخرون من النبى اليشع ، ويعتقد بعض الكتاب أن الناس فى الأزمنة القديمة كانوا يظنون أن هذه المجموعة كانت الدب لأنها فى السماء الشمالية ، وتستطيع الدببة أن تعيش فى أقصى الشمال ، ولأنها تطوف فى مجراها ببطء .

ونجمان من الدب الأكبر على خط مستقيم مع النجم الشمالى ، ويسميان عادة «المؤشران» لأنهما يساعدان على تحديد موقع النجم الشمالى ، والنجم الشمالى ليس من أشد النجوم الساطعة وليس من السهل العثور عليه دائماً ، ويساعد المؤشران على تحديده فعلاً ، وتبدو المسافة إلى النجم الشمالى من المؤشر الأقرب إليه حوالى خمسة أمثال المسافة بين المؤشرين .

ولأحد النجوم فى مقبض **الدب** زميلة اسمها **السها** ولا يمكن أن يشاهدها إلاّ الأشخاص الذين لهم قوة إبصار جيدة . : ويظن بعض العلماء أن اسمه أصلاً مقتبس من اللغة العربية بمعنى « الاختبار » ، لأن الناس كانوا يختبرون أحياناً قوة إبصارهم بمحاولة مشاهدة « السها » فى ليلة صافية .

ويسمى « الدب الأصغر» عادة « الغطاس الأصغر » ، وفيه النجم الشمالى — وهو أهم نجم فى السماء كلها ، وهذا النجم فى أقصى طرف ذيل الدب الأصغر أو مقبض الغطاس الأصغر . ومن بين الأسماء التى أطلقت على الدب الأصغر : النعش ، وعربة نقل البضائع ، والعرش ، والحبل السماوى ، والمركبة الصغيرة .



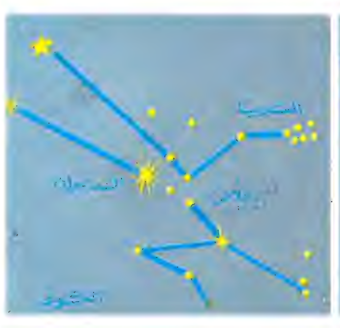
ولا تبعد « ذات الكرسى » عن النجم الشمالى ، وهى على الجانب المقابل من النجم الشمال « الدب الأكبر » ، وتكوّن ستة من هذه الأنجم حرف W وهى تشبه الكرسى قليلا ، وكان الناس فى الأزمنة القديمة يعتقدون أن النجوم القريبة منها تبين امرأة جالسة على كرسى .

و « الجبار » أشد نجوم المجموعة ضياء فى السماء ، ولن تجد أى صعوبة فى العثور على « الجبار » إذا كان فوق الأفق ، ويمكن أن تجده بسهولة فى صف النجوم الساطعة الثلاثة التى تكون حزام الجبار ، ولا يوجد مثل هذا الصف فى أى مكان آخر فى السماء ، وينحدر من الحزام صف آخر من النجوم التى تكوّن سيف الجبار . وبعد العثور على الحزام ، يمكنك بسهولة أن تجد النجوم التى تحدد الكتف اليمنى للجبار ، والكتف اليسرى والركبة اليمنى والقدم اليسرى ، وتكوّن هذه الأنجم الأربعة مستطيلاً عظيماً فى السماء ، ويعتبر نجم الكتف اليمنى (منكب الجوزاء) ونجم القدم اليسرى (رجل الجبار) من بين أشد النجوم الساطعة فى السماء ، ويعتبر (الجبار) مجموعة جنوبية بالنسبة لموضعنا من الأرض ، ويمكن أن يشاهد فى وقت مبكر من المساء فى أشهر الشتاء .

ولقد شاهدت كل الشعوب تقريباً صياداً أو محارباً فى هذه المجموعة ومع ذلك يطلق عليها الصينيون « النمر » ويظن الأسكيمو أن نجوم الحزام الثلاثة ثلاث درجات مقطوعة فى ثلج سماوى هائل .

ولا تبعد عن الجبار كثيراً مجموعتا الكلب الأكبر والكلب الأصغر . وفى الكلب الأكبر أسطع نجم فى السماء كلها وهو « الشعرى اليمانية » ويسمى عادة نجم الكلب ، وهو على خط مستقيم مع نجوم حزام الجبار . وفى الكلب الأصغر أيضاً نجم ساطع جداً وهو « الشعرى الشامية » . ومن السهل أن نفهم التسمية ، فإن الشعوب القديمة أطلقت اسم الصياد على مجموعة من النجوم ، ولذا أطلقوا على المجموعات القريبة منها والأصغر اسم « الكلاب » .

والثور الذى لا يبعد كثيراً فى السماء عن الجبار ، به نجم أحمر ساطع جداً هو الدبران وبه أيضاً مجموعتان صغيرتان من النجوم تسمى « القِلاص والثريا » .





ويكاد يعرف كل إنسان الثّريا ونجد إشارة إليها فى كتابات شعوب العصور القديمة ، فظن اليونانيون أنها « الأخوات السبع » وأطلق عليها البابليون « الصغيرات العديدات » واعتبرتها الشعوب البدائية فى جزائر المحيط الهادى الجنوبى « العيون الصغيرة » واعتبرتها بعض القبائل الهندية فى أمريكا الشمالية « الإخوة السبعة » على حين اعتقدت قبائل أخرى أنهن سبع فتيات جميلات .

وتوجد فى المجموعة ستة أنجم يسهل رؤيتها ، ويمكن للإنسان الحاد البصر أن يرى السابعة فى ليلة صافية ، بل و يمكن لبعض الناس مشاهدة أحد عشر نجماً فى المجموعة .

وما زالت بعض الشعوب البدائية تحدد سنتها بالثّريا ، فتبدأ السنة عند ما تكون الثّريا فى موضع معين فى وقت معين من الليل ، وتنتهى السنة وتبدأ سنة جديدة عند ما تكون الثّريا فى المكان ذاته فى السماء والوقت ذاته من الليل ، وفى بلاد الفرس القديمة لم يكن ليهمل التماس يقدم للملك فى اليوم الذى تكون فيه **الثّريا** فى موضع معين .

والصورة فى صفحة ٢٠ هى صورة **الثّريا** مأخوذة من المرقب ولاحظ أن الصورة تبين عدة نجوم زيادة على أسطعها الست ويمكن حتى بمرقب صغير مشاهدة حوالى مائة نجم فى هذه المجموعة .

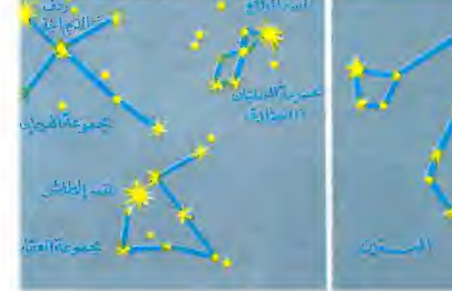
والمعتاد أن تسمى نجوم القِلَّاص « القلّاص الممطر » وهو الأسم الذى أطلقه عليها اليونانيون ،، لأن المعتقد أن تسقط الأمطار عندما يكون فى موضع معين .

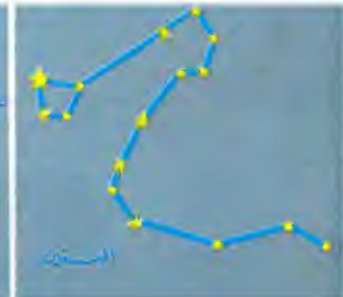
ويوجد فى وقت مبكر من الليل فى صيفنا ثلاثة أنجم لامعة تكوّن مستطيلاً كبيراً فى السماء ، وهى« النسر الواقع » و « الردف » أو « ردف الدجاجة » و « النسر الطائر » فإذا وجدت أحد هذه النجوم فإنه سيسهل عليك أن تجد الاخرين ، « والنسر الواقع » نجم أبيض مائل إلى الزرقة ، وهو ساطع جداً بل إنه النجم الساطع الوحيد فى المجموعة « السلياق » أما « الردف » فإنه فى مجموعة « الدجاجة » وتسمى هذه المجموعة أحياناً « الصليب الشمالى » و « النسر الطائر » فى مجموعة « العقاب » .

وفى صفحة ١٢ والغلاف الداخلى خرائط لست مجموعات أخرى ، وفى كل من هذه المجموعات فيما عدا « الفرس الأعظم » نجم ساطع شديد اللمعان والنجم الساطع يساعدك على تحديد المجموعات التى يوجد فيها ، ومن السهل ايجاد « الفرس الأعظم » بسبب شكله .

ويمكنك أن ترى من الخرائط أن « العيوق » نجم ساطع فى مجموعة ممسك الأعنة . ولما أقيم معرض عالمى فى شيكاغو سنة ١٩٣٣ كانت أضواء المعرض تضاء فى كل ليلة صافية بواسطة ضوء العيوق إذ يصل الضوء من مرقب إلى عين كهربية تعمل على إضاءة المعرض . ومن الطبيعى أن الأنوار كانت تضاء فى كل الليلة المكفهرة بالسحب بطريقة أخرى .

ولو استطعت أن تشاهد النجوم بالنار ، لوجدت الشمس تظهر فى إحدى مجموعات النجوم ثم تنتقل إلى غيرها . فإنها تبدو وكأنها تتحرك من مجموعة من النجوم إلى غيرها بسبب حركة الأرض حول الشمس ، وعندما تكون الأرض فى اتجاه مضاد للشمس من





النجم القطبي
الدب الأكبر
الدب الأصغر

السرطان ، فإن الشمس تبدو أنها فى « برج السرطان » ، وتشرق نجوم السرطان وتغرب مع الشمس ، ثم تبدو الشمس بعد ذلك بشهر فى « برج الأسد » فتشرق نجوم الأسد وتغرب مع الشمس .

والطريق الذى يبدو فيه أن الشمس تتحرك بين النجوم يسمى البروج . والمجموعات النجمية الاثنتا عشرة المصورة على صفحتى ١٨ و ١٩ تقع فى هذا الطريق ، وكلمة « برج » معناها دائرة الحيوان فإن المجموعات الاثنتى عشرة لدائرة البروج سميت فى مبدأ الأمر بأسماء الحيوانات .

ومن السهل أن تجد فى السماء الأسد ، والعذراء ، والثور ، والعقرب ، (صفحتا ١٢ و ١٤ والغلاف الداخلى) بسبب النجوم الساطعة فيها ، ويكاد يكون من المتعذر أن تجد معظم مجموعات دائرة البروج الأخرى ، وبالطبع لا يمكننا أن نشاهد المجموعة عند ما تكون الشمس بيننا وبين المجموعة ، ولكن تشاهد كل مجموعة فى وقت معين من السنة فى سماء الليل المبكر .

ويمكنك أن تشاهد المجموعات الأخرى المرئية فى سمائنا فى خرائط النجوم الكبيرة ، وخرائط النجوم فى نصف الكرة الجنوبى تبين المجموعات التى لا يمكننا أن نراها .

تسمية النجوم

لكثير من المبانى الكبيرة فى مدننا أسماء ، إذ يطلق عليها أسماء مثل « مبنى المجمع » ، و « محطة سكة حديد القاهرة » و « مجلس الأمة » وتسمى مبان أخرى بعنوانها فمثلا « ٥٠ شارع مصر والسودان » و « ٣٠ شارع العروبة » وهى الأسماء الوحيدة لمبانى تلك العناوين فى القاهرة ، وبالطريقة ذاتها لبعض النجوم أسماء خاصة بها على حين أن لغيرها مجرد « عناوين فى السماء » .

ولقد ذكرنا أسماء حوالى خمسة عشر نجماً فى الصفحات الأولى من هذا الكتاب

ومن بينها « الشعرى اليمانية » و « منكب الجوزاء » و « قلب العقرب » ، وتوجد أسماء مماثلة لعدد يتراوح بين أربعين وخمسين نجمًا ، وسميت هذه النجوم بواسطة أهالى الأزمنة القديمة ؛ فالشعرى اليمانية البريق ، و « الشعرى اليمانية » كما علمت أسطع النجوم فى السماء ، وأطلق اليونانيون على قلب العقرب Antares ومعناه « منافس المريخ » فقلب العقرب أحمر اللون مثل كوكب المريخ تمامًا . أما منكب الجوزاء فقد أطلق عليه العرب هذا الاسم واسمها باليونانية Sitius ومعناه « إبط المارد » ولعلك تذكر أنه أحد النجوم فى مجموعة « الجوزاء » أو « الجبار » .

أما ثالث النجوم الساطعة فى السماء فإنه قنطورس وهو نجم لا يمكن أن يشاهد أبدًا فى الجزء الشمالى من الولايات المتحدة و « قنطورس » اسم لعنوان مكانه فى السماء ، لأن هذا النجم من مجموعة قنطورس و A (ألفا) هو الحرف الأول من الحروف الأبجدية اليونانية ، والقاعدة أن أسطع نجم فى المجموعة يسمى (ألفا) والثانى باسم B (بيتا) وهو الحرف الثانى من الحروف الأبجدية اليونانية ، والثالث G (جاما) وهو الحرف الثالث من الحروف الأبجدية وهكذا ، وقنطورس أسطع نجوم مجموعة قنطورس ، وإذا بحثت فى السماء عن ب السلياق ، فلابد أن تنظر إلى ثانى النجوم اللامعة فى مجموعة السلياق (النسر الواقع) .

وإذا لم تكف الحروف اليونانية الهجائية الأربعة والعشرون لتحديد أسماء النجوم استعملوا الأرقام ، فإن أحد النجوم يسمى مثلاً ٢٧ الكلب الأكبر .

وطبعًا كل النجوم التى لها أسماء خاصة ، لها عناوين سماوية أيضا ؛ « النسر الواقع » أسطع نجوم مجموعة السلياق يسمى أيضًا « النسر الواقع » وبالطريقة ذاتها يمكن أن يطلق على الشعرى اليمانية الكلب الأكبر .

ومن النجوم ما هو مشهور بأرقامه فى بعض فهارس نجوم الفلكيين ؛ فمثلاً وولف ٤٥٧ هو النجم رقم ٤٥٧ فى فهرس الفلكى وولف .

النجوم العشرون الأشد سطوعًا

يتوقف لمعان النجم عندما تشاهده فى السماء فى ليلة صافية على المسافة التى يبعد بها النجم عنا وكمية الضوء المنبعثة منه ؛ فبعض النجوم يبعد عنا مئات السنين الضوئية ولكنه ساطع لأنه تنبعث منه كميات هائلة من الضوء . فمثلا ، رجل الجبار تبعد عنا أكثر من ٥٠٠ سنة ضوئية . ولكن ضوءها ساطع فى سمائنا لأنه شمس ساطعة وكبيرة جدًا جدًا . أما الشعرى اليمانية أسطع نجم فى السماء كلها – فإنه لايكاد ينبعث منه ضوء كثير إذا قورن برجل الجبار ، ولكنه أقرب كثيرًا إلينا .

وكل من رجل الجبار والشعرى اليمانية أسطع النجوم العشرين كما نراها من الأرض تسمى عادة النجوم الأولى الكبيرة .

وهى مرتبة فى الكشف التالى بحسب بريقها كما نراها ، وسنلاحظ أنه قد سبقت الإشارة إلى كثير من هذه النجوم فى الصفحات السابقة :

النجم	المسافة بالسنوات الضوئية	المجموعة
الشعرى اليمانية	٨,٨	كلب الجبار (الكلب الأكبر)
سهيل	٩٧,٨	مؤخر السفينة
قنطورس	٤,٢	قنطورس
النسر الواقع	٢٦,١	السلياق
العيوق	٤٥,٦	ممسك الأعنة
السماك الرامح	٣٥,٨	العواء
رجل الجبار	٨١٥	الجبار
الشعرى الشامية	١١,٤	الكلب الأصغر
آخر النهر	٦٥,٢	النهر
(B) قنطورس	٢٩٣	قنطورس
الطائر	١٦,٦	العقاب
منكب الجوزاء	٤٨٩	الجبار
الصليب	٣٩١	الصليب
الدبران (نير الثور)	٥٢,٢	الثور
رأس التوأم	٣٩	التوأمان
السماك الأعزل (السنبلة)	٢٦٠٩	العذراء ، السنبلة
قلب العقرب	٣٩١	العقرب
الضفدع الأول ، فم الحوت	٢٢,٨	رأس الأسد الجنوبى
ذنب الدجاجة	١٤٠٢	الدجاجة
قلب الأسد	٨٤,٨	الأسد

ولا يمكنك طبعًا أن ترى كل هذه النجوم فى السماء فى وقت واحد فإن بعضها يضىء فى السماء . مساءًا فقط فى وقت من السنة . ويضىء غيره فى وقت آخر فقط ، وإذا كنت تقيم فى الجزء الشمالى من البلاد العربية فلابد أن تذهب إلى أقصى الجنوب لتشاهد كثيرًا منها ، ولا يمكن مشاهدة غيرها من أقصى الجنوب . والنجوم التى ليست من القدر الأول . تقسم الى مجموعات أخرى بحسب بريقها ، فالنجم الشمالى من نجوم القدر الثانى . والنجوم ذات القدر الثانى ليست ساطعة مثل نجوم القدر الأول ، ولكنها أسطع من نجوم القدر الثالث ، وستة نجوم من مجموعة الدب الأكبر من نجوم القدر الثانى . والنجم السابع من الدب الأكبر ، نجم من القدر الرابع . وتبين الصورة اليسرى فى صفحة ١٠ كل النجوم حتى القدر الثانى عشر فى الجزء من السماء الذى وجُهت إليه آلة التصوير ، وتبين الصورة اليمنى كل النجوم حتى القدر العشرين ، وتذكرّ أن هذه الصور أخذت خلال المرقب . ولا يكاد يمكن لأى إنسان بدون المرقب أن يرى نجومًا أضعف من القدر السادس . ومتوسط بريق نجوم القدر السادس حوالى جزء من مائة من متوسط بريق نجوم القدر الأول .

النجم القطبى

النجم الشمالى وهو أحد نجوم الدب الأصغر أهم نجم فى السماء كما علمت . ولقد أرشد ملايين من المسافرين فى رحلاتهم فى البر والبحر . ولا يمكنك أن تستدل على الاتجاهات فقط من هذا النجم ، بل يمكنك أن تستدل منه أيضًا على مدى بعدك شمالاً عن خط الاستواء . وكلما اتجهت شمالاً ازداد ارتفاع النجم الشمالى فى السماء الشمالية ، ولا يمكن استخدام النجم الشمالى مرشدًا فى جنوب خط الاستواء لأنه لا يمكن أن يرى .

ويسمى النجم الشمالى عادة « النجم القطبى » لأن طرف محور الأرض الشمالى يكاد يتجه تمامًا نحوه ، فإذا كنت واقفًا عند القطب الشمالى على سطح الأرض ، فإن النجم الشمالى يكاد يكون فوق رأسك تمامًا .

وشروق النجوم وغروبها ناتج من دوران الأرض حول محورها ، ولما كانت الأرض تدور حول نفسها ومحورها متجه نحو النجم الشمالى فإن هذا النجم لا يشرق أو يغرب ، وهو يكاد يكون بالضبط فى المكان ذاته من السماء ، الذى يشاهد فيه من أى مكان على الأرض ، ولكنه ليس فوق القطب الشمالى تمامًا ، ولذلك لا يبقى فى نفس المكان بالضبط ، بل يسير فى مدار دائرى صغير فى السماء .

ومما يثير الدهشة أن هذا النجم لم يكن دائمًا نجم القطب فإن محور الأرض يغير اتجاهه ببطء ، ففى الزمن الذى كان يبنى فيه أهرام الجيزة ، كان نير التنين أحد نجوم مجموعة التنين هو النجم القطبى ، وبعد حوالى ١٢,٠٠٠ سنة من الآن سيكون النسر الواقع ، أحد نجوم القدر الأول ، هو النجم القطبى .

وتوجد بعض النجوم ، الأخرى بالإضافة إلى النجم الشمالى لا تشرق أو تغرب مهما كان مكانك فى البلاد العربية ، وكلما كنت قريبًا من الشمال ، ستزداد النجوم التى لا تختفى أبدًا وراء الأفق ، فإن دوران الأرض حول محورها يجعل هذه النجوم تبدو كأنها تنتقل كل يوم فى دائرة حول النجم الشمالى .

ومن بين المجموعات التى تكون دائمًا فوق أفقك – إذا كنت تقيم فى شمال البلاد العربية مثلًا – الدب الأكبر ، والدب الأصغر ، وذات الكرسى ، وإذا كنت عند القطب الشمالى ، فإن كل النجوم التى يمكنك مشاهدتها لا تشرق ولا تغرب ، وأخذت الصورة فى صفحة ٢٨ بإبقاء الة التصوير « الكاميرا » متجهة نحو النجم الشمالى لمدة ساعة ، وانبعثت خطوط الضوء من النجم الشمالى والنجوم القريبة منه ، وتسمى أحيانًا الحركة الظاهرية للنجوم التى لا تشرق ولا تغرب « دوامة النجوم المحيطة بالقطب » .

النجوم الأقزام والنجوم العمالقة

درس فلكى أمريكى فى سنة ١٩٣٩ النجم وولف ٤٥٧ من خلال مرقب جديد ضخم ، فوجد أن هذا النجم صغير جدًا بمقارنته بمعظم النجوم ، وهو ليس أكبر كثيرًا

من حجم الأرض . ولكن المادة التى يتكون منها أكثر كثافة عدة مئات آلاف المرات من المادة التى تتكون منها الأرض ، ويرجع صغر حجمه إلى مجرد كون جزئيات المادة فيه متماسكة بعضها ببعض ، وهى متماسكة جدًّا ، حتى إنه إذا أحضرت كرة من هذه المادة فى حجم كرة الجولف ، لكان وزنها عدة آلاف الأطنان ، ولكان وزنها ثقيلاً جدًّا حتى إنه لا يمكن للأرض أن تحتملها ، ولاخترقت صخور الأرض الصلبة كما تخترق كرة الجولف الهواء ، وحتى كرة من هذه المادة فى حجم الحمصة تكون ثقيلة لدرجة لا يمكن لأى شخص على الأرض أن يرفعها . والواقع أنها تكون ثقيلة جدًّا حتى لا يمكن لأى سيارة نقل أن تحملها من مكان إلى آخر .

وينتمى وولف ٤٥٧ إلى طبقة النجوم التى يطلق عليها الفلكيون « الأقزام البيضاء » وكل الأقزام البيضاء أصغر بكثير من شمسنا ، ولو أن بعضها أكبر من الأرض فالجزيئات فيها كلها متماسكة ، والأقزام البيضاء كلها ساخنة لدرجة البياض ، وهى أشد حرارة بكثير عن الشمس . فالمفروض أن درجة الحرارة فى وسط الشمس حوالى ١٥ مليون درجة . أما وسط الأقزام البيضاء فالمعتقد أن درجة حرارتها عشرة أمثال ، أو عشرين مثلا ، أو حتى خمسين مثلا لحرارة الشمس .

والشعرى اليمانية ، أسطع نجم فى السماء ، نجم مزدوج ، وزميله قزم أبيض ، وزميل الشعرى اليمانية أقرب جيراننا من الأقزام البيضاء ، على ما نعرف . وليس هناك مجال للمقارنة بين الشعرى اليمانية وزميلها القزم الأبيض فى الحجم ؛ فإن حجم القزم الأبيض يعادل حجم الأرض ثلاثين ضعفًا ، فى حين أن حجم الشعرى اليمانية يعادل حجم الشمس عدة مرات .

ولإحدى نجوم الأقزام البيضاء زميل أكبر بكثير من الشعرى اليمانية ، هو النجم الذى يسمى « الحرباء » أو ميكرون قيطيس وهو أحد النجوم التى يطلق عليها الفلكيون النجوم العمالقة ، وهذا النجم العملاق كبير جدًّا ، حتى إنه لو كان مجوفًا لاتسع لـ ٤٠٠ مليون شمس ، أو مائة مليون مليون أرض ،لتوضع جنبًا إلى جنب بداخله ، والحرباء وزميلها القزم الأبيض يشبهان إلى حد ما حوتًا وسمكة صغيرة جدًّا بجانب بعضهما .

وهناك نجوم عمالقة أخرى مثل أوميكرون ، ومنكب الجوزاء من أحسن الأمثلة لها ، وهى النجم الساطع المائل للأحمرار فى مجموعة الجبار ، وكذلك قلب العقرب نجم القدر الأول فى مجموعة العقرب . كما أن ابسيلون أوريجى والفا هركيولس من النجوم العملاقة . ورغم ضخامتها فإن هذين النجمين لايبدوان لامعين لنا على الأرض .

وطبعًا النجوم كلها عملاقة إذا قورنت بمنزل أو جبل أو شهب. ومعظمها يعتبر ماردًا إذا قورنت بالأرض . والنجوم التى يسميها الفلكيون عملاقة ، تعتبر عملاقة بمقارنتها بالشمس وبمعظم النجوم الأخرى .

وقد يساعدك على تصور حجم النجوم العملاقة أن تتخيل أحدها فى وسط مجموعتنا الشمسية مكان الشمس . فلو فرضنا وضع وسط منكب الجوزاء ، مكان وسط الشمس ، لكانت حافته الخارجية خارج مدار الأرض .

وليست النجوم العملاقة شديدة الحرارة مثل الأقزام البيضاء ، فإن الحرارة فى وسط نجم عملاق قد لا تزيد عن مليون درجة أو مليونين ، والمادة فى النجوم العملاقة ليست متماسكة فى بعضها كما فى الأقزام ، بل إنها ليست متماسكة كما فى الشمس ، وبالرغم من أن حجم منكب الجوزاء ملايين المرات أكبر من حجم الشمس ، إلا أن كتلة المادة التى يتكون منها لا تزيد عن أربعين ضعفًا لمادة الشمس .

ولا يوجد بين النجوم العمالقة نجم أبيض ، أو أبيض مائل إلى الزرقة ، ولكن معظمها أحمر ، وإن كان قليل منها أصفر . فهى ليست شديدة الحرارة إلى حد يجعلها بيضاء أو بيضاء مائلة إلى الزرقة . ومن الممكن ، كما تعرف ، أن تستدل على حرارة النجم من لونه . فإن النجوم البيضاء

شكل جانبى لسديم حلزونى



المائلة إلى الزرقة هى أشد النجوم حرارة ، ثم تليها بالترتيب النجوم البيضاء ، ثم النجوم الصفراء ، ثم النجوم الحمراء ومن المؤكد أنك تعرف أنه إذا اشتدت حرارة الحديد فى النار ، فإن لونه يصبح أحمر قبل أن يصير أبيض . وعلى ذلك فليس من العسير عليك أن تفهم أن النجوم المختلفة فى درجة حرارتها ، تختلف فى ألوانها .

وليس لدينا نجم عملاق قريب منا جدًا ، فإن منكب الجوزاء يبعد عنا ٥٠٠ سنة ضوئية ، وتكاد تكون معظم النجوم العالقة أبعد من ذلك .

وليست معظم النجوم عمالقة أو أقزامًا بيضاء ، فإن حوالى ثمانية أعشار النجوم متوسطة الحجم ، وتنتمى شمسنا إلى المجموعة الكبيرة من النجوم المتوسطة الحجم .

النجوم الجديدة

اعتزم غلام دنماركى اسمه « تايكو براهى » منذ حوالى أربعمائة سنة مضت أن يكون فلكيًا ، فدرس بالرغم من نصيحة أسرته علم الفلك فى الجامعة التى أرسل إليها عندما كان فى الحادية عشرة من سنه ، وبعد أن انتهى من دراسته فى الجامعة قضىٰ سنوات عدة فى مراصد متعددة فى أوربا .

ولما بلغ تايكو الرابعة والعشرين من سنه ، مات أبوه ، وعاد تايكو إلى الدنمارك وأقام مع أحد أعمامه ، وكان هذا العم مهتما بالكيمياء ، وكانت الكيمياء تهتم فى تلك الأيام بصفة رئيسية بالبحث عن طريقة لتحويل المعادن « العادية » إلى ذهب . وأظهر تايكو أيضًا اهتمامًا بالكيمياء وأعطاه عمه بناء صغيرًا ليقيم عليه معملاً ، وكثيرًا ما كان تايكو يشتغل فيه يومًا بعد يوم .

سديم رأس الحصان فى مجموعة الجبار

وبينما كان تايكو يسير ذات ليلة متجهاً إلى منزله ليتناول العشاء ، تصادف أنه تطلع إلى مجموعة ذات الكرسى ، فشاهد نجماً ساطعاً جديداً ، وكان رأيه قاطعاً فى مبدأ الأمر أنه لا بد أن يكون بعينيه خطأ جسيم ، ثم وجد أنه أمكن لغيره من الناس أن يروا النجم الجديد أيضاً ، وراقب تايكو النجم ليلة بعد ليلة ، ونسى كل ما يتصل بالكيميا ، ولم يكن أول شخص يرى النجم الجديد ، ولكنه كان أول من لاحظه باهتمام وحاول أن يكشف شيئاً من التفسير عنه .

وكان النجم ساطعاً مثل كوكب الزهرة فى أسطع حالاته ، عند ما بدأ فى ملاحظته ، وبدأ يذبل بعد بضعة أسابيع ، ثم أصبح قاتماً جداً خلال سنة ونصف سنة حتى تعذرت رؤيته بدون مرقب .

وطبع تايكو التسجيلات التى احتفظ بها عن النجم ، وآراءه بشأنها فى كتاب اسمه « عن النجم الجديد » وكان اسم الكتاب باللغة اللاتينية ، لأن اللاتينية كانت لغة رجال العلم فى أوربا فى الزمن الذى كان يعيش فيه تايكو . ولم يعد « تايكو براهى » بعد ذلك إلى الكيمياء ، واستمر فى دراسته للنجوم حتى أصبح من أعظم الفلكيين فى كل العصور .

ويطلق العلماء الآن على أمثال هذه النجوم التى شاهد تايكو براهى أحدها فى « ذات الكرسى » النجوم الجديدة ، ومما يثير الدهشة أن النجم الذى أثار اهتمام تايكو فى طريقه وجعله من أشهر علماء الفلك ، كان أسطع نجم جديد فى كل تاريخ الفلك .

وليست النجوم الجديدة غير مألوفة ؛ فمن المعتاد أن يظهر على الأقل نجم واحد جديد كل سنة . وكان هناك نجم ساطع جدًّا سنة ١٩١٨ ، والنجوم الجديدة ليست جديدة فى الواقع فإنها نجوم تصبح فجأة أسطع كثيرًا جدًّا مما كانت من قبل . ويعتقد العلماء أنها تصبح أشد ضياء ، لأنه ينبعث منها غلاف غازى ، وتذبل كل هذه النجوم فيما بعد ، وقد تصبح مظلمة جدًّا .

وطبعًا لم يحدث الانفجار الذى كون النجم الجديد ودفع تايكو لمشاهدته ، فى الليلة التى شاهد فيها النجم لأول مرة ، فقد حدث قبل ذلك بسنوات عديدة جدًّا ولم يشاهده تايكو براهى حتى وجد الضوء الزمن الكافى لينتقل إلى الأرض عدة تريليونات من الكيلومترات .

جزء من درب التبانة أو المجرة

مدينتنا النجمية

شمسنا كما قلنا لك: إحدى النجوم فى مدينة نجمية عظيمة. وتتكون المدينة النجمية من ٢٠٠ بليون نجم على الأقل، وكل النجوم المنفصلة التى يمكننا مشاهدتها عند ما نتطلع إلى السماء ، أعضاء فى هذه المدينة النجمية العظيمة .

وتسمى مدينتنا النجمية « المجرّة » أو سكة التبانة ، ومن المحقق أنك شاهدت المجرة ، فإنها حزام من الضوء يمتد عبر السماء ، وتشاهد فى أحسن حالاتها فى ليلة صافية غير مقمرة فى منتصف الصيف أو منتصف الشتاء ، ويطلق على هذا الحزام من الضوء، فى لغات عديدة، اسم معناه «الطريق اللبنى » ويطلق عليها المكسيكيون بدلا من ذلك « الأخت البيضاء الصغيرة لقوس قزح ذى الألوان العديدة » ، وإذا تتبعت هذه الأخت الصغيرة لقوس قزح ذى الألوان العديدة ، أملا فى أن تجد إناء من الذهب فى طرفها ، لوجدت أنه ليس لها نهاية ، وأنها دائرة عظيمة من الضوء واختلف الناس فى الأزمنة القديمة كثيراً فى تعليل المجرّة ولكن أمكن حل هذا اللغز بمجرد أن اتجه العالم المشهور جاليليو بمرقبه نحوه، منذ حوالى ثلاثمائة سنة مضت، وبين مرقبه بوضوح أن حزام الضوء ينبعث من عدد هائل من النجوم البعيدة وهى بعيدة جداً، حتى إنه لا يمكن مشاهدتها منفصلة بعضها عن بعض بدون مرقب .

وعندما نوجه المرقب إلى السماء تظهر أعداد كبيرة من النجوم المختفية عن أنظارنا ، بصرف النظر عن الجزء من السماء الذى يتجه إليه المرقب ، ومع ذلك يمكن أن تُشاهد نجوم أخرى كثيرة فى اتجاه المجرّة أكثر من أى اتجاه آخر ، ويمكن أن نفهم السبب فى ذلك بسهولة عند ما نعرف شيئاً عن شكل المدينة النجمية التى نعيش فيها .

ومدينتنا النجمية تشبه فطيرة ، مفرطحة كثيراً حول الأطراف ، وإذا نظرت إليها من أى مكان بعيد فى الفضاء لكانت مشابهة كثيراً للمدينة النجمية ، كما يبدو فى الصورة فى صفحة ٢٢ .

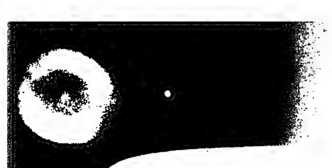
وحتى يمكن تصوّر موقع الشمس فى مدينتنا النجمية ، تخيل شق الفطيرة المفرطحة إلى قسمين ، ثم تصور وضع حبة خردل صغيرة على أحد النصفين فى منتصف الطريق بين الوسط والحافة الخارجية ، وتصوّر أيضاً وضع حبة أصغر بجانب حبة الخردل ، ثم تخيل أخيراً وضع نصفى الفطيرة على بعضهما مرة أخرى . فإن حبة الخردل تمثل الشمس ، والحبة الأصغر منها تمثل الأرض .

وعند ما تنظر فى اتجاه المجرّة ، تكون ناظراً نحو حافة المدينة النجمية ، وتوجد فى هذا الاتجاه نجوم أكثر من أى مكان آخر كما يزداد سمك مادة الفطيرة بين الحبة الصغيرة وحافة الفطيرة أكثر منها فى أى اتجاه آخر .

والصورة فى صفحة ٢٥ صورة جزء من المجرة ، فهل يمكن إحصاء النجوم المتفرقة الظاهرة فيها بسهولة ؟ فالنجوم التى تكون مدينتنا النجمية غير ثابتة ، وهى بدلاً من ذلك تظهر كالدوامة حول وسط المدينة ، وتتحرك الشمس مثل غيرها من نجوم المجرة وتنتقل بسرعة ٢٥٠ كيلومتر فى الثانية ، وهى تحمل الأرض معها طبعًا . ومع ذلك فإنها تحتاج إلى نحو مائتى مليون سنة بالرغم من سرعتها الهائلة لتقوم برحلتها حول وسط المجرة ، ومن الصعب أن نتصور أن الشمس قد قامت بهذه الرحلة مرات عديدة .



التجمعات الكروية الهائلة فى الجاثى



السدائم

إذا نظرت إلى النجم الأوسط فى سيف الجبار من خلال مرقب صغير ، لشاهدت أنه محاط بسحابة لامعة يميل لونها إلى الخضرة وتظهر هذه السحابة من خلال مرقب كبير كما تبدو فى الصورة على صفحة ٢٩ ، وتسمى مثل هذه السحابة بالسديم . واسمها اللاتينى معناه « السحابة » .

وتوجد سُدم عديدة . وبعض النجوم فى « الثريا » محاطة بُسدم لامعة ، كما ترى فى الصورة فى صفحة ٢٠ . وفى مجموعة النسر الواقع ، يوجد سديم لامع أشبه بالقرص .

وهذه السُدم اللامعة مكونة من نجوم ترابية أو غازية ويظن الفلكيون أنه لولا وجود نجوم لامعة لتلقى عليها ضوءًا لما كانت لامعة .

وبعض السُدم غير لامعة ، لأنه لاتوجد نجوم لامعة قريبة جدًا منها ، والصورة فى صفحة ٢٣ تبين سديمًا مظلمًا ، وهذا السديم كما فى صفحة ٢٩ يوجد فى الجبار ، وكثيرًا ما يسمى « سديم رأس الحصان » لأن المفروض أنه يبدو مثل رأس الحصان . والسدم المظلمة تمنع رؤيتنا للنجوم التى يثق الفلكيون أنها وراء هذه السدم .

وربما لاحظت عند نظرك إلى المجرة فى إحدى أمسيات الصيف أن خطا قاتمًا يقسمها إلى فرعين ، ويوجد فى المجرة خطوط متعددة قاتمة وبقع ، والمفروض أنها سُدم مظلمة وتسمى إحدى البقع « زكيبة الفحم » .

بعيدًا خارج الفضاء

تبين الصورة فى هذه الصفحة كرة أو عنقودًا كرويًا من النجوم فى مجموعة الجاثى . وتوجد مئات آلاف النجوم فى العنقود ، وينبعث عنها فى مجموعها ما يعادل ضوء الشمس مليونين ونصف مليون مرة ، ولكنها بعيدة جدًا حتى إن العنقود بأكمله لا يكاد يكون لامعًا مثل الشعرى اليمانية أو منكب الجوزاء أو حتى النجم

السديم الكوكبى فى السلياق

الشمالى ، ويكاد ألاّ يرى بدون مرقب . فإنه بقعة من الضوء باهتة ومعتمة جدًا .

وفى مدينتنا النجمية حوالى مائة كرة من النجوم مثل الكرة التى فى الصورة ، واكتشفت كلها منذ أكثر من مائة سنة مضت ، ولم يتمكن الفلكيون من أن يشاهدوا غيرها فى المجرة حتى بالمراقب المدهشة التى لديهم الآن .

وهذه الكرات من النجوم بعيدة جدًا على الرغم من أنها فى مدينتنا النجمية . وبعضها بعيد جدًا حتى إنه لا يمكن مشاهدتها بدون مرقب . ويستغرق الضوء أكثر من ١٨,٠٠٠ سنة حتى يصل إلينا من أقربها ، والموجودة فى الصورة تبعد أكثر من ٣٠,٠٠٠ سنة ضوئية .

لقد قيل لك إنه توجد ملايين من المدن النجمية الأخرى مثل مدينتنا ، وكما علمت فإن بعض هذه المجرات الأخرى تبعد بليون سنة ضوئية ، وبعض المدن النجمية فيها وراء مجرتنا بها عناقيد كروية من النجوم .

ولما رأى الفلكيون لأول مرة المجرات فى الفضاء ، ظنوا أنها سُدم شبيهة إلى حد ما بالسديم الأكبر فى الجبار « صفحة ٢٩ » ومازال من المألوف أن تسمى سُدم . وتسمى الكثير منها «السُدم الحلزونية» بسبب شكلها وتسمى أحيانًا مجرد « حلزونيات » وإذا نظرت مرة أخرى إلى صورة سديم المرأة المسلسلة فى صفحة ٢ فإنك لا تدهش أن الفلكيين ظنوا فى مبدأ الأمر أنه سحابة من غاز أو غبار نجمى ، أما الآن فإنهم يعرفون أنه مكوّن ، بدلاً من ذلك من ملايين النجوم .



دوامة النجوم الجيوليقطبية



انظر إلى صورة السديم صفحة ٣١ ألا ترى أنها تشبه كثيراً السديم الأعظم فى المرأة المسلسلة ؟ وكل من هاتين المدينتين النجميتين تشبه كثيراً مجرتنا .

وحتى تتصور مكانك فى الكون ، فكر أولاً فى نفسك على الأرض ثم فكر فى الأرض باعتبارها من أصغر كواكب المجموعة الشمسية ثم فكر فى المجموعة الشمسية كلها باعتبارها جزءاً ضئيلاً من المجرة . وأخيراً فكر فى مجرتنا باعتبارها واحدة من عدة ملايين غيرها ، ومن المحقق أن مراقبنا الجديدة ستجد مدناً نجمية عديدة أكثر وأكثر بعيداً فى الفضاء .

هل توجد مجموعات شمسية أخرى

ربما يجول فى خاطرك عند ما تفكر فى النجوم ، فيما إذا كان أحدها مركزاً لمجموعة شمسية مثل مجموعتنا ، فهذا ما لا يعلمه أحد ، ولو كان لأحد النجوم كواكب تدور حوله ، فإن الكواكب ليست مضيئة إلى حد يكفى لأن ترى ولو بأكبر مراقبنا ، واذكر أنه لا يمكننا أن نشاهد بلوتو إلا بمرقب قوى جداً ، وأن أقرب نجم إلينا يبعد عن بلوتو ٧٠٠٠ ضعف المسافة بيننا وبين بلوتو . فأى أمل فى مشاهدة كواكب بعيدة إلى هذا الحد ؟ ويظن الفلكيون أنه قد يكون لبعض الشموس البعيدة مجموعات شمسية مثل مجموعتنا .

ونحن واثقون تماماً من أنه لا يمكن لأشخاص مثلنا أن يعيشوا فى أى كوكب آخر فى مجموعتنا الشمسية ، ولكن من المحتمل أنه توجد عوالم أخرى مثل عالمنا فى مكان ما فى الفضاء ، تدور حول نجوم بعيدة .

السديم الغازى العظيم فى الجبار

أساطير عن النجوم

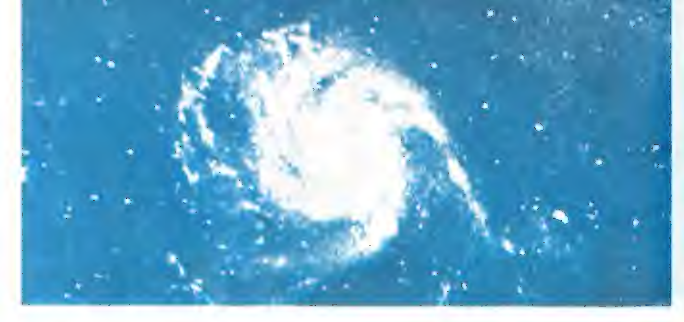
لماذا تشرق بعض النجوم وتغرب ، بينما تبقى غيرها دائماً فوق الأفق ؟ وأين تذهب النجوم بالنهار ؟ وما الذى يرفع السماء ؟ سببت أمثال هذه الأسئلة حيرة الناس فى الأزمنة القديمة ، ويبدو أن الإجابات عنها سهلة بالنسبة إلينا الآن ، ولكنها لم تكن سهلة قبل أن يظهر العلماء ، ولما كان الناس فى الأزمنة القديمة لم يعرفوا كيف يجدوا الإجابات الصحيحة ، فقد ابتكروا الإجابات فى صيغة قصص ، وتسمى أمثال هذه القصص الأساطير ، فقد كانت السماء كما رأيت ، « كتاباً مصوراً » للناس فى الأزمنة القديمة ، وكانت أساطيرهم توضح الألغاز فى سبب وجود المخلوقات التى شاهدوها فى السماء ، كما تفسر غيرها من الألغاز عن النجوم .

وهناك أساطير عديدة عن النجوم ، وتجد كل منها مجالاً لكتب عديدة فى حجم هذا الكتاب ، ونكتفى هنا بسرد أسطورة واحدة منها ، واذكر عند ما تقرؤها أن الأساطير لم تكن قصص الجنيات بالنسبة للناس فى الأزمنة القديمة ، ولكنها كانت محاولات جدية لإيضاح مشاهدات الناس عنها ، فكانوا السباقين فى علوم هذه الأيام .

والأسطورة التى نرويها على هذه الصفحات عن المجموعات الأربع « برشاوش » و « قيفاوس » و « ذات الكرسى » و « المرأة المسلسلة » .

العائلة المالكة

بطل هذه القصة « برشاوش » وكان ابن « دانيا » الابنة الجميلة للملك اكريسياس ، ملك ارجوس ، وكان اكريسياس قد أخبره أحد العرافين ، قبل أن يولد برشاوش بسنوات ، أنه سيقتل بيد حفيده ، فلما علم اكريسياس أن ابنته قد ولدت مولوداً ذكراً ، فكر فى طريقة يمنع بها تحقيق النبوءة القديمة فأمر بأن توضع دانيا وبرشاوش فى برميل فارغ ، ويلقى به فى البحر ، وكان واثقاً من أنهما لا بد أن يموتا .



السديم الحلزونى فى الدب الأكبر

ولكن حدث بدلاً من ذلك أن جنح البرميل إلى شواطىء جزيرة « سيرفوس » وأنقذ صياد سمك طيب القلب ، دانيا وبرشاوش ، وأخذهما إلى منزله ، واهتمت بهما زوجته حتى وصل برشاوش إلى طور الرجولة .

ومن المصادفات أن صياد السمك الطيب كان شقيق بوليدكتيس ملك الجزيرة ، وكثيراً ما كان بوليدكتيس يشاهد برشاوش ودانيا فى الوقت الذى كان برشاوش ينمو فيه ، وبمرور الزمن وقع فى حب دانيا ، وطلب منها مراراً أن توافق على زواجه لها ، ولكنها كانت غير راغبة ، وأخيراً صمم أن يرسل برشاوش فى مهمة خطرة عقاباً لها .

فأرسل فى طلب برشاوش وأخبره أنه لا بد أن يذهب ليقتل « ميدوسا » ويعود برأسها ، وكانت ميدوسا واحدة من وحوش ثلاثة ، نصف امرأة ونصف تنين ، وكانت « ميدوسا » جميلة يوماً ما ، ولكنها كانت وقحة مع الآلهة مينرفا فعاقبتها مينرفا بأن غيرت شعرها إلى ثعابين ، وكانت مينرفا قد حكمت أيضاً بأن كل من ينظر إلى وجه ميدوسا يتحول إلى حجر بمجرد أن يقترب من ميدوسا .

وبدأ برشاوش يؤدى مهمته بشجاعة ، وكانت الآلهة رحيمة به . وأعطته ثلاثة منها هدايا مدهشة . فأعطاه بلوتو ملك العالم السفلى خوذة ، جعلته لا يرى بمجرد أن يضعها على رأسه ، وأعطاه عطارد ميركورى رسول الآلهة نعالاً مجنحة ، وأعطته مينرفا آلهة الحكمة ترساً

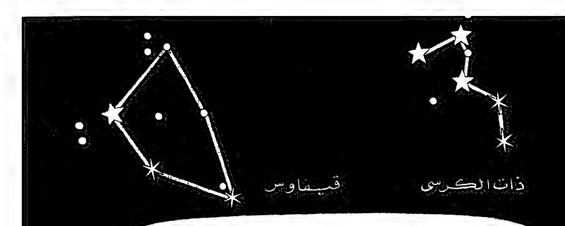
برشاوش

المرأة المسلسلة

وكان أول عمل لبرشاوش أن يبحث عن المكان الذى تقيم فيه ميدوسا وأخواتها ، وكان الأشخاص الوحيدون الذين يعرفون هم « الجرنى » وهن ثلاث نساء متقدمات فى السن . لهن عين واحدة ، واضطر برشاوش لأن يذهب إلى أقصى الشمال ليبحث عن أولئك النسوة العجائز .

ولما اقترب أخيراً منهن ، وجدهن يتشاجرن على عينهن الوحيدة وكانت المرأة العجوز ذات العين فى تلك اللحظة ، عاجزة عن رؤيته وهو يتقدم منها ، لأنه كان مرتدياً الخوذة التى كان بلوتو قد أعطاها إياه ، وعرف برشاوش أن النساء العجائز يرفضن البوح بسرهن، وأنه لا بد أن يجبرهن على ذلك فتسلل فى هدوء بينهن وأخذ عينهن ، حيث كانت إحداهن تنقلها إلى الأخرى ، ثم تحدث إليهن ووعد أن يعيد إليهن العين إذا أخبرنه بالمكان الذى يجد فيه ميدوسا ، وكانت النساء مهتمات بالحصول على عينهن وأخبرنه فى الحال ، ووفى برشاوش بوعده فى إعادة عينهن ، ثم بدأ رحلته فى البحث عن ميدوسا .

وقام برحلة إلى الجنوب استغرقت شهوراً ، وأخيراً وصل إلى موطن الوحوش ، وكان قد تلقى تحذيراً بألا ينظر إلى ميدوسا ، وأنه لا بد أن يستعمل بدلا من ذلك درعه كمرآة وينظر إلى صورتها المنعكسة ، ووجد أن ميدوسا نائمة ، فأمسك درعه حتى يرى انعكاس صورتها واضحة ، ثم اتجه نحوها ، ونزع رأسها بضربة من سيفه الحاد ، ووضع الرأس بدون أن ينظر إليه فى كيس كان قد أحضره معه ، ثم أسرع على نعاله المجنحة قبل أن تصيبه شقيقتا ميدوسا بضرر . وأسرع فى طريقه حتى أثار سحباً كبيرة من الغبار ، فأحدث الغبار شريطاً عريضاً لامعاً عبر السماء .



وطار برشاوش فوق البر والبحر فى طريقة عائداً إلى جزيرة سيرفوس ، وبينما كان يطير فوق صحراء أفريقيا العظيمة ، سقطت قطرات من الدم من رأس ميدوسا ، فأصبحت فى الحال حيات سامة مثل الحيات التى على رأس ميدوسا .

ووصل فى شمال أفريقيا فوق أطلس ، العملاق الذى رفع السماء على كتفيه ، وكان ممسكاً بالسماء مدة طويلة حتى أصبح متعباً جداً ، ولما وجد أطلس أن برشاوش يحمل رأس ميدوسا معه . طلب منه أن يسدى إليه معروفاً عجيباً ، إذ طلب من برشاوش أن يسمح له بأن يلقى نظرة على رأس ميدوسا ، فقد كان أطلس متعباً جداً ، حتى إنه كان يتمنى أن يتحول إلى حجر ، وحقق برشاوش له رغبته ، ولما غادر برشاوش المكان نظر خلفه ، فلم يجد عملاقاً هائلاً أبيض الشعر ، ولكنه وجد مجموعة من الجبال العظيمة مغطاة بالثلوج.

ولم يذهب برشاوش بعيداً عندما وصل إلى فتاة جميلة ، مقيدة بالسلاسل فى صخرة على شاطئ البحر ، وكانت الأميرة « المسلسلة » ، ابنة الملك **قيفاوس** والملكة **ذات الكرسى** ، وكانت الأم فخورة جداً بجمال « المرأة المسلسلة » حتى إنها قالت إن ابنتها أجمل من جنيات البحر ، فأرسل وحش بحرى هائل ليعاقب ذات الكرسى ، وكان هذا المارد يحطم المنازل قرب الشاطئ ، فاستشار الملك والملكة عرّافاً ، فقال العراف إن الوحش لن يغادر المكان إلا إذا قدمت « المرأة المسلسلة » ذبيحة له . وكان برشاوش قد وصل إلى الشاطئ عقب تقييد « المرأة المسلسلة » فى الصخور ، لتقدم ضحية للوحش .

ولما اقترب برشاوش من المرأة المسلسلة ، وجد أنها تنظر بفزع إلى البحر ووجد الوحش البحرى الهائل ينهض من البحر ، وكان يضرب البحر

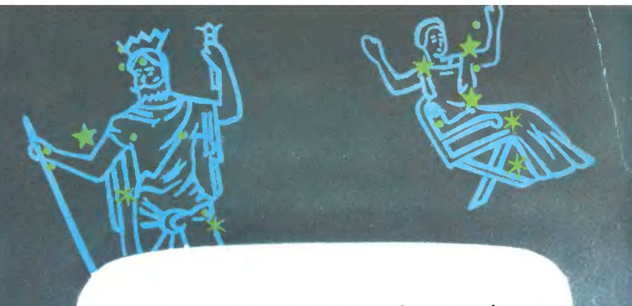
بذيله فيحوله إلى زبد ، وهو يقترب من الأميرة الجميلة ، وبدأت معركة قطيعة بين برشاوش والوحش وأخيراً وجد برشاوش متسعاً من الوقت خلال المعركة ، أخرج فيه رأس ميدوسا من الحقيبة ، فتحول الوحش البحرى فى الحال إلى كتلة سوداء من الصخر على حافة البحر .

وعندئذ قطع برشاوش قيود « المرأة المسلسلة » وأخذها إلى والديها فأعطى الملك قيفاوس نصف مملكته إلى برشاوش ولكن برشاوش طلب مكافأة وحيدة وهى أن يتزوج « المرأة المسلسلة » فوافق الملك والملكة على طلبه بسرور .

وأخذ برشاوش المرأة المسلسلة معه إلى جزيرة سرفوس . ويمكنك أن تتصور دهشة بوليدكتيس العظيمة عند ما شاهد برشاوش ثانية ، ولم يصدق أن برشاوش قد قتل ميدوسا وأمر برشاوش أن يريه رأس ميدوسا إذا كانت معه ، وأخيراً فعل برشاوش ما أمره به ، وتحوّل بوليدكتيس وكل أتباعه إلى حجارة ، وأصبح صياد السمك الطيب القلب ملك الجزيرة .

ثم حرّض برشاوش والمرأة المسلسلة دانيا أن تذهب معهما إلى ارجوس . ولما وصلوا إليها وجدوا أن أكريسباس ، جد برشاوش قد فقد عرشه ، وطرد برشاوش أعداء جده من الدولة ، وأنقذ جده من السجن الذى كانوا قد ألقوه فيه ، وأصبح أكريسباس الملك مرة أخرى .

ومع ذلك حكمت الآلهة بأنه لا بد من أن يقتل أكريسباس بوساطة حفيده ، وأنه لا يمكن أن يغير شيء حكم الآلهة ، وفى ذات يوم ، بينما كان برشاوش يلعب لعبة الحلقة قتل جده خطأ ومصادفة بإحدى الحلقات ، وتملك الحزن برشاوش ، وأصبح ملك أرجوس ، ولكنه لم يجد سعادة فى كونه ملكاً ، وكان يجد ما يذكره دائماً بأنه قتل جده ، وأخيراً استبدل مملكته



بمملكة مجاورة ، فحكمها مدة طويلة بعدل ، ولما مات وضعته الآلهة فى السماء ووضعوا معه فى السماء المرأة المسلسلة والملك قيفاوس والملكة ذات الكرسى ، ولا يزال من الممكن مشاهدة العائلة المالكة فيها .

توضح هذه الأسطورة كما ترى ،كيف وجدت أربع مجموعات نجمية شمالية فى السماء، وتوضح أيضاً السبب فى وجود جبال فى شمال أفريقيا مرتفعة جداً حتى يبدو أنها تصل إلى السماء، والسبب فى وجود المجرة (فإنها الغبار الذى تطاير فى الطريق الذى سلكه برشاوش) كما توضح أيضاً السبب فى وجود كتل عظيمة من الصخور على شاطئ أقاليم أفريقيا ، والسبب فى وجود الثعابين السامة فى الصحارى الأفريقية ، ويبدو أن الإيضاحات التى سردتها القصة ساذجة جداً بالنسبة إلينا الآن، ولكن لا بد أن نذكر أن الناس كانوا يعتقدون صحتها يوماً ما

خرافات النجوم

يعتبر الفلك ، وهو دراسة النجوم ، أقدم العلوم ، فقد بدأ الناس فى دراسة الأجرام السماوية ، قبل دراستهم للنباتات والحيوانات والصخور التى تحيط بهم مباشرة ، وحتى قبل وجود الفلكيين ، كان هناك منجمون ، وهم أشخاص اعتمدوا على النجوم فى تنبؤهم عن المستقبل ، وكان أولئك الناظرون إلى النجوم القدماء يعتقدون أن النجوم و « النجوم الجوالة » أو الكواكب كان لها شأن عظيم فى حياة الناس ، واعتقدوا مثلاً أن مواقع الكواكب بين النجوم عندما يولد طفل، قد تحدد شأن الطفل أسيكون قويا أم ضعيفاً ، سعيداً أم شقيًّا ، غنيًّا أم فقيراً ، وكان من المألوف فى الأزمنة القديمة أن يدعى المنجم لقراءة النجوم بمجرد أن يولد طفل .

ولقد شاهدت أن النجوم قد ساعدتنا لدرجة عظيمة ، فقد استدل عدد لا يحصى من الرحالة فى البر والبحر على اتجاهاتهم من النجوم ، بل ونضبط ساعاتنا على النجوم أيضاً ، ومع ذلك يعرف العلماء أن النجوم لا شأن لها بحظوظنا ، ولكن لا يزال المنجمون موجودين بالرغم من كل ما اكتشفه العلماء ، وما زالت تباع الكتب عن التنجيم ، والأحاديث عن التنجيم شائعة فى عدد من الدول .

وليس هناك شيء اسمه نجم أو كوكب محظوظ أو تعس ، وأى فكرة بوجود شيء من ذلك تعود إلى الأيام التى كان الناس يعتقدون فيها بالتنين ووحش البحر ، وبأن الأرض مسطحة . وإذا حاول أى شخص أن يقرأ حظك من النجوم ، فاستمع إليه إذا شئت ، ولكن تذكر أن قراءة حظ الإنسان من النجوم يدل على البلاهة مثل قراءتها من أوراق اللعب ، أو مسحوق البن فى فنجان .

انظر بنفسك

١ ـ اكتشف بنفسك من خريطة للنجوم عن عدد نجوم القدر الأول التى تشاهد فى وقت مبكر من هذه الليلة ، إذا كانت السماء صافية ، وحاول أن تجد هذه النجوم فى السماء .

٢ ـ ابحث فى خريطة للنجوم عما لا يقل عن خمس مجموعات للنجوم يمكن أن تشاهد فى وقت مبكر الليلة ، إذا كانت السماء صافية ، وحاول أن تجد هذه المجموعات فى السماء.

٣ ـ اثقب ثقوباً فى قطعة من الورق الأسود لتدل على أماكن النجوم الرئيسية فى مجموعة ما ، وابتكر طريقة لجعل الضوء من الشباك أو من بطارية يضيء الثقوب فى الورقة حتى يمكن أن تبدو المجموعة كما تشاهد فى السماء .

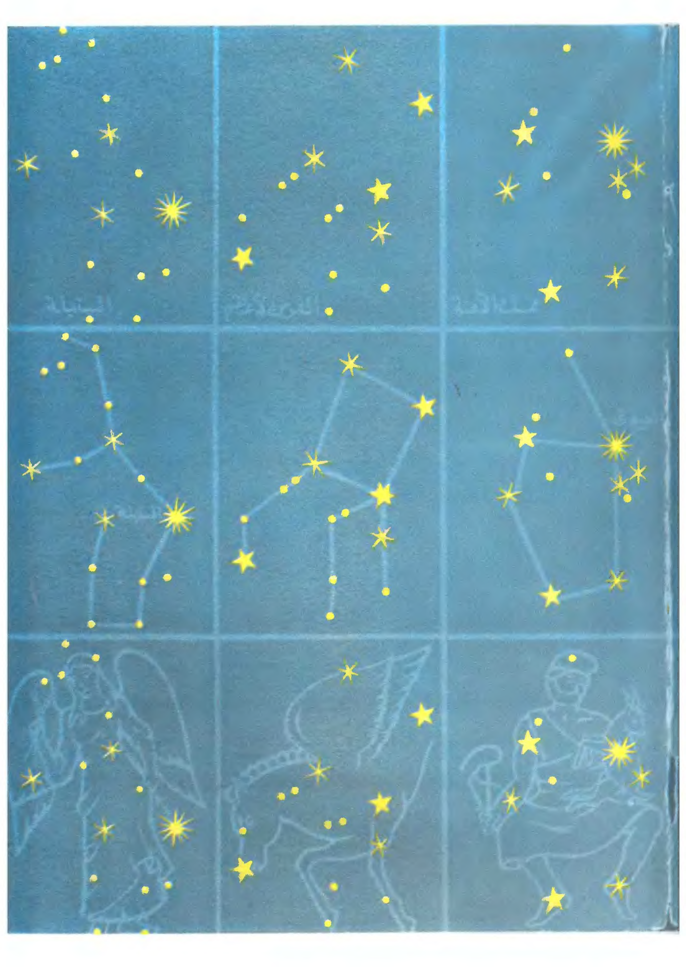
٤ - إذا كنت بعيدًا إلى درجة قاصية نحو الشمال من البلاد العربية ، فإن كل نجوم الدب الأكبر تكون دائمًا فوق الأفق ولكن فى جزء كبير من البلاد تكون بعض نجوم الدب الأكبر تحت مستوى الأفق ، فابحث عن الدب الأكبر فى وقت مبكر الليلة إذا كانت السماء صافية ، فكم عدد النجوم التى يمكنك أن تراها من بين النجوم السبعة المضيئة ؟

٥ - اعمل نموذجًا من الصلصال للمجرة .

٦ - الصورة على الغلاف الخارجى توضح تلسكوب هيل وهو من أكبر التلسكوبات العاكسة فى العالم . حاول أن تستعين بالمراجع لمعرفة غيره من التلسكوبات الكبيرة .

رقم الإيداع		١٩٩٣/٣١٢٠
الترقيم الدولى	977 - 02 - 4008 - 7	ISBN

١/٩٢/٢٥٩
طبع بمطابع دار المعارف (ج.م.ع.)





قرش جنيه
٤,٠٠